

dr hab. Barbara Dąbrowska,

Kraków, 29.09.2022r.

**Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym Pani dr inż. Gabrieli Kamińskiej,  
prowadzonym na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej**

**Podstawa opracowania:**

1. Pismo Pana Profesora dr hab. inż. Andrzeja Rusina, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Śląskiej (pismo znak RIE-BD.532.47.2022 z dnia 01.08.2022r. ) o uchwale Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Śląskiej w sprawie powołania komisji habilitacyjnej, w postępowaniu o nadanie stopnie doktora habilitowanego dr inż. Gabrieli Kamińskiej, w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka i powołania mnie na recenzenta w tym postępowaniu habilitacyjnym. Postępowanie habilitacyjne rozpoczęto 26 kwietnia 2022 roku.

2. Wniosek Pani dr inż. Gabrieli Kamińskiej, z dnia 26 kwietnia 2022 r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Gabrieli Kamińskiej, w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Do wniosku dołączono następujące załączniki:

- odpis dyplomu doktora nauk technicznych, uzyskanego przez Panią dr inż. Gabrielę Kamińską, w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, nadanego uchwałą Rady Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechniki Śląskiej w dniu 10 lipca 2015 roku,

- autreferat Pani dr inż. Gabrieli Kamińskiej, dotyczący osiągnięć w pracy naukowo-badawczej,

- wykaz opublikowanych prac naukowych i twórczych prac zawodowych Pani dr inż. Gabrieli Kamińskiej oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i działalności popularyzacji nauki,

- potwierdzenie udziału w stażach naukowych,

- potwierdzenie udziału, jako kierownik projektu, w realizacji projektu badawczego, realizowanego przez osobę rozpoczynającą karierę naukową nieposiadającą stopnia doktora, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (umowa nr UMO-2011/01/N/ST8/02413)

- dane osobowe wnioskodawczyni,

- monografia naukowa: Gabriela Kamińska „Modyfikacja membran ultrafiltracyjnych nanocząsteczkami i ich zastosowanie”, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2022, UIW 48600, publikacja wspierana w ramach rektorskiego grantu habilitacyjnego, Politechnika Śląska, nr 08/040/RGH19/0126,

- wykaz osiągnięć naukowych, z informacją o indywidualnym udziale Pani dr inż. Gabrieli Kamińskiej w tych osiągnięciach,

- lista publikacji naukowych z lat 2015-2022, wydruk z Bazy Wiedzy Politechniki Śląskiej,

- pendrive z wersją elektroniczną dokumentacji.

### **Informacje podstawowe**

Pani dr inż. Gabriela Kamińska ukończyła studia inżynierskie na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechniki Śląskiej w roku 2009 i uzyskała dyplom inżyniera, a następnie na tym samym Wydziale w roku 2010 uzyskała dyplom magistra inżyniera w zakresie specjalności Biotechnologia w Ochronie Środowiska,

Dyplom doktora nauk technicznych w zakresie dyscypliny Inżynieria Środowiska, uzyskała w roku 2015, na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechniki Śląskiej po przedstawieniu rozprawy doktorskiej pod tytułem: „Doczyszczanie ścieków komunalnych po oczyszczaniu biologicznym z zastosowaniem procesu sorpcji i ciśnieniowych technik membranowych”. Promotorem pracy doktorskiej była prof. dr hab. inż. Jolanta Bohdziewicz.

Praca doktorska została obroniona z wyróżnieniem.

Pani dr inż. Gabriela Kamińska od 2015 roku pracuje w Katedrze Inżynierii Wody i Ścieków, na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechniki Śląskiej, najpierw jako asystent naukowo-dydaktyczny, od 2018 roku jako adiunkt naukowo-dydaktyczny, a od 2019 roku adiunkt naukowo-badawczy.

**Osiągnięcie naukowe wymagane w art.16 ust.2 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki podanej do publicznej wiadomości ze zmianami uwzględniającymi zmiany w prawie w postaci jednolitego tekstu, jako załącznika do Obwieszczenia Marszałka Sejmu RP z dnia 15 września opublikowanego 27 września 2017r. Dz.U. Poz.1789. Wymóg podania tego osiągnięcia powtórzony jest również w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r., opublikowanym 30 stycznia 2018r., w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz.U. z 2018r., poz.261).**

Tym osiągnięciem naukowym jest monografia naukowa, autorstwa Pani dr inż. Gabrieli Kamińskiej, pod tytułem „Modyfikacja membran ultrafiltracyjnych nanocząsteczkami i ich zastosowanie”, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2022, UIW 48600.

Monografia jest publikacją naukową wspieraną w ramach rektorskiego grantu habilitacyjnego, Politechnika Śląska, nr 08/040/RGH19/0126. Opiniodawcami monografii byli prof. dr hab. inż. Marek Gryta i prof. dr hab. inż. Maria Włodarczyk-Makula.

Monografia składa się ze 150 stron, w tym 116 stron właściwego tekstu, zawierającego spis treści w języku polskim i angielskim oraz wykaz stosowanych w pracy oznaczeń, 28 stron bibliografii, 6 stron streszczenia w języku polskim i angielskim. W tekście umieszczono 22 tabele, 49 rysunków, z których część zawiera kilka niezależnych rysunków, powiązanych tematycznie. Elementy graficzne oznaczone jako rysunki to zarówno rysunki, jak i fotografie i różnego rodzaju wykresy.

We wstępie do pracy Pani dr inż. Gabriela Kamińska krótko omawia podstawowe zastosowania ciśnieniowych procesów membranowych w technologii oczyszczania wody i ścieków. Zwraca uwagę na fakt, że obecnie nanocząsteczki są najlepszymi materiałami służącymi poprawie właściwości membran i w związku z tym w monografii przedstawiono

wyniki badań własnych Autorki nad preparowaniem i charakterystyką ultrafiltracyjnych membran polieterosulfonowych modyfikowanych nanocząstkami grafenu, haloizytu lub nanosrebra. Membrany zostały przetestowane do usuwania wybranych zanieczyszczeń organicznych, nieorganicznych i biologicznych z rzeczywistych próbek wody i ścieków.

Rozdział drugi monografii to przegląd literatury naukowej. Przedstawiono w nim wybrane antropogeniczne zanieczyszczenia wód powierzchniowych i przykładowe wyniki pomiarów ich stężeń w wodach powierzchniowych, w różnych miejscach na świecie, w tym oznaczone wartości stężeń niesteroidowego leku przeciwzapalnego diklofenaku w rzece Odrze i Wiśle, naproksenu w rzece Kłodnicy i w rzece Wiśle i ksenobiotyku benzotriazolu w odpływie z oczyszczalni ścieków, z dwóch publikacji naukowych dotyczących badań w Polsce. Monografia tylko pośrednio dotyczy zagadnień związanych z występowaniem różnych mikrozanieczyszczeń w wodach powierzchniowych i zaprezentowany przegląd literatury ma na celu uzasadnienie właściwych badań naukowych, opisanych w dalszej części pracy, ale szkoda, że nie uwzględniono większej liczby prac naukowych dotyczących mikrozanieczyszczeń wód powierzchniowych w Polsce. Prace z chińskich, czy indyjskich ośrodków badawczych dostarczają bardzo dużo informacji na temat mikrozanieczyszczeń w różnych rodzajach wód powierzchniowych i gruntowych, ale szczególnie w przypadku zanieczyszczeń mikrobiologicznych, nie zawsze wnioski z tych badań można bezpośrednio uogólniać w krajach europejskich, w przeciwieństwie do zastosowanych metod badawczych. W części tekstu poświęconej skażeniu bakteriologicznemu wody wspomniano o tendencji wzrostowej liczby bakterii typu kałowego w okresie letnim, w wodach zbiornika Besko, rzeki Narwi i Wisły.

W dalszej części rozdziału drugiego zaprezentowano przykłady zastosowań nanomateriałów węglowych w adsorpcji różnorodnych zanieczyszczeń z wód lub ścieków. Następnie krótko omówiono ciśnieniowe techniki membranowe i ultrafiltrację przez membrany modyfikowane nanocząsteczkami, w zastosowaniu do oczyszczaniu wód i ścieków. Przedstawiono efektywność usuwania wybranych zanieczyszczeń w ciśnieniowych technikach membranowych i stopnie usunięcia wybranych mikrozanieczyszczeń w ultrafiltracji z udziałem membran modyfikowanych nanocząstkami. Wielkość porów w membranach ultrafiltracyjnych waha się w granicach od 10 do 50 nm i nie wszystkie mikrozanieczyszczenia mogą być usunięte podczas ich stosowania. Prawidłowo przygotowane membrany nanokompozytowe, membrany ultrafiltracyjne z domieszkami nanocząstek, są w stanie zatrzymać mikrozanieczyszczenia, które nie są zatrzymywane przez membrany ultrafiltracyjne. Modyfikowane membrany nanokompozytowe (o składzie odpowiednim dla procesów, w których mają być wykorzystane) w porównaniu do klasycznych membran ultrafiltracyjnych, mają lepsze właściwości transportowo-separacyjne, mniejszą podatność na fouling, lepsze właściwości mechaniczne, większą wydajność hydrauliczną, a ich okres eksploatacji jest dłuższy.

W rozdziale trzecim przedstawiono genezę pracy i zdefiniowano problem badawczy. Konieczność rozwiązania problemów jakości wody, niezależnie od jej pochodzenia i rodzaju, jest czynnikiem, który skłonił Autorkę pracy do poszukiwania nowych metod oczyszczania wody, w których wykorzystane będą nowe rodzaje nanokompozytowych membran ultrafiltracyjnych. Końcowa część tego rozdziału jest jednocześnie zakresem pracy, który

ponownie, ale bardziej szczegółowo, omówiony jest w rozdziale czwartym, w którym przedstawiono cel, zakres i tezy pracy.

**Celem pracy było opracowanie sposobu otrzymywania membran ultrafiltracyjnych modyfikowanych nanocząstkami i ocena ich właściwości separacyjnych w stosunku do wybranych mikrozanieczyszczeń organicznych, substancji biogennych i mikroorganizmów.**

Zakres pracy obejmował:

- wytwarzanie membran nanokompozytowych typu mieszana matryca (MMM) (*ang. mixed matrix membrane*) domieszkowanych w różnych proporcjach nanocząstkami (nanosrebra lub grafenu lub haloizytu), przy użyciu metody inwersji faz,
- opracowanie autorskiej metody wytwarzania membran nanokompozytowych, wykorzystującej technikę napyłania nanocząstek na film polimerowy,
- zbadanie właściwości strukturalnych i powierzchniowych wytworzonych membran i określenie wpływu tych właściwości na procesy separacji mikrozanieczyszczeń organicznych w procesie ultrafiltracji, z wykorzystaniem wytworzonych membran,
- wykorzystanie w procesie ultrafiltracji membran nanokompozytowych, otrzymanych własną metodą, do oczyszczania odpływów z komunalnej oczyszczalni ścieków, zawierających mikrozanieczyszczenia organiczne i bakterie chorobotwórcze, a także do oczyszczania wody obciążonej substancjami biogennymi,
- analizę zjawiska foulingu membran modyfikowanych nanocząstkami,
- określenie czynników wpływających na podatność wytworzonych membran na zanieczyszczenie.

**Tezy pracy** zostały sformułowane w następujący sposób:

- 1) Modyfikacja membran ultrafiltracyjnych nanocząstkami umożliwia poprawę ich właściwości transportowych i separacyjnych względem wybranych mikro-zanieczyszczeń organicznych, substancji biogennych i mikroorganizmów.
- 2) Mechanizm separacji mikrozanieczyszczeń organicznych i substancji biogennych w procesie ultrafiltracji z udziałem membran nanokompozytowych opiera się głównie na zjawiskach adsorpcji i odpychaniu elektrostatycznym.
- 3) Modyfikacja membran z wykorzystaniem nanocząstek pozwala na minimalizację foulingu podczas ultrafiltracji.

W kolejnych częściach pracy przedstawiono metodykę badań. Najpierw omówiono właściwości nanocząsteczek wykorzystanych w badaniach, a następnie metodykę wytwarzania membran nanokompozytowych typu mieszana matryca i membran napyłanych nanocząsteczkami.

Membrany typu mieszana matryca – MMM (*ang. mixed matrix membranes*) wytwarzano za pomocą metody inwersji z roztworów błonotwórczych zawierających polimer (polieterosulfon 15%wag.) i nanocząstki srebra (w ilości 0,05-1%wag.) lub grafenu (w ilości 0,01-0,5%wag.) lub haloizytu (w ilości 0,01-0,5%wag.). Do rozprowadzania cienkiego filmu

roztworu błonotwórczego (220  $\mu\text{m}$ ) wykorzystano automatyczny aplikator filmów (Elcometer 4340). Następnie film polimerowy zanurzono w kąpeli żelującej składającej się z wody dejonizowanej o temperaturze 20°C.

Metodyka wytwarzania membran polimerowych napyłanych nanocząstkami (MN) opierała się również na zjawisku inwersji faz, z tym, że nanocząstki były napyłane bezpośrednio na cienką warstwę (220  $\mu\text{m}$ ) filmu polimerowego za pomocą ręcznego rozpylacza proszków firmy METECH. Membrany napyłano grafenem lub wytworzonym w pracy kompozytem Hal - Gr-Ag o następującym składzie wagowym 10:80:10. Sposób otrzymywania membran ultrafiltracyjnych napyłanych nanocząstkami składał się z czterech etapów: przygotowania roztworu polimeru; rozprowadzenia filmu polimerowego o grubości 220  $\mu\text{m}$  na szklanej płycie; napylenia na powierzchnię membrany grafenu lub nanokompozytu Hal-Gr-Ag; żelowania membrany w wodzie dejonizowanej o temperaturze 20°C.

Przedstawiono zastosowane metody i techniki badania właściwości strukturalnych i powierzchniowych badanych membran, a także sposoby przeprowadzenia pomiarów lepkości roztworów błonotwórczych i badań potencjału zeta. W badaniach właściwości wytworzonych membran wykorzystano: w badaniach struktury i morfologii membran – skaningową mikroskopię elektronową, w badaniach topografii powierzchni membran – mikroskopię sił atomowych, w badaniach rozkładu wielkości porów – porozymetrię ciecz-ciecz, w pomiarach grubości membran - mikrometr elektroniczny firmy Hogetex, pomiar porowatości przeprowadzono metodą grawimetryczną, hydrofobowość/hydrofilowość powierzchni membran zbadano poprzez pomiar kąta zwilżania przy użyciu goniometru PG-1 firmy Fibro System AB, w analizie grup funkcyjnych na powierzchni membran wykorzystano analizę FTIR, w celu wyznaczenia krzywych potencjału zeta i punktu izoelektrycznego membran przeprowadzono analizę potencjału zeta, z wykorzystaniem elektrokinetycznego analizatora prądu strumieniowego SurPASS, w badaniach właściwości transportowych wykorzystano pomiary strumienia wody dejonizowanej/permeatu w układzie dead/end, w celu zbadania właściwości separacyjnych obliczono graniczną masę molową membran (MWCO) oraz wyznaczono wartość współczynnika retencji mikrozanieczyszczeń, substancji biogenych.

Scharakteryzowano roztwory poddawane oczyszczaniu. W badaniach wykorzystano rzeczywiste, biologicznie oczyszczone ścieki komunalne stanowiące odpływ z Oczyszczalni Ścieków w Gliwicach, biologicznie oczyszczone ścieki komunalne stanowiące odpływ z Oczyszczalni Ścieków w Gliwicach domieszkowane mikrozanieczyszczeniami, takimi jak: benzotriazol (BZT), kofeina (CAF),  $\alpha$ -endosulfan (END), bisfenol A (BPA) i karbamazepina (CBZ), w stężeniu 1 mg/L oraz wodę wodociągową domieszkowaną  $\text{KNO}_3$  i  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  w ilości takiej, by zarówno stężenie azotanów, jak i fosforanów było równe 100 mg/L.

Ultrafiltracyjne oczyszczanie próbek wody i ścieków prowadzono w układzie o przepływie jednokierunkowym (dead-end) lub krzyżowym (cross-flow). Membrany przed procesem ultrafiltracji kondycjonowano przy ciśnieniu transmembranowym równym 1 bar (układ dead-end) lub 5 bar (układ cross-flow) do momentu ustabilizowania się objętościowego strumienia permeatu.

W trakcie ultrafiltracji określono współczynniki retencji mikrozanieczyszczeń, stopień adsorpcji mikrozanieczyszczeń na membranach, zbadano mechanizmy separacji mikrozanieczyszczeń organicznych z wykorzystaniem regresji wielorakiej i oprogramowania

Matlab, określono stopień retencji fosforanów i azotanów, stopień inaktywacji bakterii *Escherichia coli* i *Enterokoków*, podatność membran na fouling, wpływ foulingu na właściwości membran. Wyznaczono opory foulingu odwracalnego i nieodwracalnego oraz opisano mechanizm foulingu, wykorzystując model Hermii.

Kolejny rozdział monografii to opis i interpretacja wyników badań.

Wykazano, że wprowadzenie nanocząsteczek do struktury membran MMM spowodowało zwiększenie grubości membrany, oczywiste zmiany struktury, morfologii, właściwości powierzchniowych oraz transportowo-separacyjnych. Nastąpiły także zmiany kształtu i wielkości porów membran. Im wyższe stężenie nanocząstek w membranach, tym większe pory i zwiększona przepuszczalność membran MMM. Struktura gąbczasta przekształciła się w strukturę palczastą dla membran zawierających 1% wag. nanosrebra, 0,5% wag. haloizytu i 0,1 lub więcej %wag. grafenu. Stwierdzono, że zmiany w strukturze membran wynikały z dobrej zwilżalności nanosrebra lub obecności grup tlenowych w cząsteczkach haloizytu i grafenu. Wymiana pomiędzy rozpuszczalnikiem, a nierozpuszczalnikiem w trakcie inwersji faz zachodziła szybciej, a kształtująca się struktura była bardziej otwarta, niż w przypadku membran nie zawierających nanocząstek. Dyfuzja rozpuszczalnika w membranach MMM była również szybsza. Zmiany właściwości hydrofobowo-hydrofilowych membran MMM zależały od rodzaju wprowadzonych nanocząstek i ich stężenia. Domieszkowanie membran nanosrebrem (0,05 – 1% wag.) oraz haloizytem w ilości 0,01% wag. zwiększyło hydrofilowość membran. W pozostałych przypadkach stwierdzono brak istotnego statystycznie wpływu lub wzrost hydrofobowości membran. Dodatek nanocząstek spowodował również obniżenie wartości ładunku membran MMM i przesunięcie ich punktu izoelektrycznego w kierunku niższych wartości pH.

Membrany MN otrzymywano napyłając film polimerowy nanocząstkami grafenu o zawartości 0,25 g/m<sup>2</sup> do 2 g/m<sup>2</sup>, w przypadku nanokompozytu Hal-Gr-Ag od 1 do 5 g/m<sup>2</sup>. Dyszę rozpylacza, o szerokości 3 mm, ustawiono na wysokości 30 cm. i szerokość dyszy rozpylacza (3 mm). Grubość membran napyłanych była większa od membrany odniesienia. Wykazano, że w membranach MN nanocząstki ulokowały się na powierzchni i w górnej części membrany. Wraz ze wzrostem dawki nanocząstek wzrastała niejednorodność powierzchni, porowatość oraz przepuszczalność membran MN. Membrany otrzymane techniką napyłania miały nieco silniejszy charakter hydrofobowy w porównaniu z membraną odniesienia.

W pracy wykazano, że stosując nanocząstki nanosrebra, grafenu i haloizytu oraz nanokompozyt Hal-Gr-Ag do otrzymywania membran MMM i MN można poprawić ich właściwości separacyjne względem mikrozanieczyszczeń organicznych i substancji zdysocjowanych. W ultrafiltracji z użyciem membran domieszkowanych nanosrebrem, grafenem i nanokompozytem Hal-Gr-Ag uzyskano bardziej sterylny permeat niż dla membrany niemodyfikowanej. Liczba jednostek tworzących kolonie (jtk) bakterii *Escherichia Coli* i *Enterokoków* wynosiła 0 jtk/100 mL dla membran PES-sGr2 i PES- Hal-Gr-Ag5, a dla membrany odniesienia odpowiednio 0 i 2 jtk/100 mL. Na tej podstawie stwierdzono, że membrany modyfikowane nanocząstkami posiadały prawdopodobnie właściwości antybakteryjne, które wspomagały klasyczną sterylizację permeatu opartą o usuwanie bakterii na zasadzie efektu sitowego.

W przeprowadzonych badaniach ultrafiltracji najwyższe wartości współczynników retencji kofeiny (CAF) – 36,8%, benzotriazolu (BZT) – 76,2% i karbamazepiny (CBZ) - 78,9%

uzyskano z użyciem membrany PES-sHal-Gr-Ag5, a bisfenolu A (BPA) – 89% z użyciem membrany PES-Hal0.01. Natomiast efektywność usuwania  $\alpha$ -endosulfanu (END) sięgała 100% dla membran: PES-Gr0.01, PES-Gr0.1, PES-Hal0.1 i PES-sHal-Gr-Ag5. Efektywność usuwania mikrozanieczyszczeń dla membran MMM, membran nanokompozytowych typu mieszana matryca i MN, membran polimerowych napyłanych nanocząstkami (MN), wzrastała w szeregu CAF<BZT<CBZ<BPA<END. Stwierdzono, że im bardziej hydrofobowy charakter substancji, tym ulega ona większej adsorpcji na i w strukturze membrany. W separacji mikrozanieczyszczeń organicznych w procesie ultrafiltracji prowadzonym z użyciem membran MMM, główną rolę odgrywają procesy adsorpcyjne. Natomiast w przypadku membran MN mechanizm separacji jest bardziej złożony i w jego opisie konieczne jest uwzględnienie nie tylko procesów adsorpcyjnych, ale także zjawiska foulingu oraz oddziaływań międzycząsteczkowych. Zastosowanie membran MMM do usuwania substancji biogenych poskutkowało wzrostem wartości współczynników retencji fosforanów, do maksymalnego poziomu 86% (PES-Gr0.1), dla porównania ich retencja na membranie niemodyfikowanej wynosiła 51,7%.

Zastosowanie membran nanokompozytowych PES-sHal-Gr-Ag5 i PES-sGr2 poprawiło skuteczność ultrafiltracji w eliminacji liczby jednostek tworzących kolonie bakterii *Escherichia coli* i *Enterokoków*.

W pracy przedstawiono także wyniki badań zjawiska foulingu membran MMM i MN, podczas oczyszczania odpływu z oczyszczalni ścieków, zawierającego mikrozanieczyszczenia organiczne. Stwierdzono, że membrany MMM, z powodu mniejszej chropowatości powierzchni i wyższej hydrofilowości, niż membrany MN wykazywały większą odporność na zanieczyszczenie. Opory filtracji generowane podczas ultrafiltracji miały w większym stopniu charakter odwracalny dla membran MMM niż MN, co było związane z innym mechanizmem foulingu membran MMM i MN.

Autorka wykazała, że w rzeczywistych procesach w ultrafiltracji mogą znaleźć zastosowanie membrany MMM, membrany mieszana matryca, modyfikowane grafenem lub haloizytem w ilości 0.01% wag. (PES-Gr0.01 i PES-Hal0.01) oraz membrany MN, membrany napyłane nanokompozytem w dawce 5 g/m<sup>2</sup> (PES-sHal-Gr-Ag5). W przypadku membrany napyłanej wymagane będzie dobranie efektywnego sposobu mycia lub regeneracji membrany.

Całość monografii napisana jest poprawnym językiem. Tekst czyta się łatwo, szczegóły przeprowadzonych badań umożliwiają ich odtworzenie, a dodatkowe informacje można znaleźć w oryginalnych publikacjach autorstwa i współautorstwa Pani dr inż. Gabrieli Kamińskiej, na które Autorka powołuje się w pracy. Edycja tekstu jest staranna. W pracy nie zdarzają się błędy literowe, z wyjątkiem oznaczenia, w wykazie oznaczeń, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych jako WWW. W wykazie oznaczeń i potem w tekście, jest wyrażenie „azot amoniakalny”, które najczęściej występuje w literaturze i normach jako „azot amonowy”, a oznaczenie BZT, stosowane w tekście na oznaczenie benzotriazolu w normach polskich i literaturze naukowej, dotyczącej jakości wód i ścieków, stosowane jest na oznaczenie biochemicznego zapotrzebowania na tlen, wielkość nazwana w wykazie stałą dysocjacji, jest faktycznie ujemnym logarytmem z wartości stałej dysocjacji. Nie ma to jednak wpływu na merytoryczną zawartość pracy, bo oznaczenia mogą być dowolne, aby tylko było podane ich znaczenie. Podobnie jest z wyrażeniami, ogólnie stosowanymi w codziennej pracy laboratoryjnej, takimi jak na przykład „zdarzają się przekroczenia

azotanów”, zamiast informacji o zbyt wysokich wartościach stężeń (zawartości w badanym układzie) azotanów (V), „separacja zanieczyszczeń z rzeczywistych próbek środowiskowych przebiega inaczej niż na roztworach modelowych” zamiast „w roztworach”, „obniżenie foulingu” itp. I jak zawsze w zagadnieniach, dla których publikowanych jest bardzo dużo światowej literatury w języku angielskim, pozostaje pytanie, czy tak zwane kalki językowe są nieuniknione. Tabele i ilustracje są czytelne i dobrze dobrane do omawianych treści.

Praca Pani dr inż. Gabrieli Kamińskiej jest nowatorska, jej realizacja wymagała dużego nakładu pracy. Najpierw zapoznania się z literaturą naukową i śledzenia ukazujących się na bieżąco publikacji naukowych związanych tematycznie z planowanymi, a potem prowadzonymi badaniami. Opracowywanie nowych typów membran ultrafiltracyjnych i ich różnorodnych modyfikacji jest teraz zagadnieniem, którym zajmuje się bardzo dużo ośrodków badawczych w świecie. Stale publikowane są nowe artykuły naukowe na ten temat. Znajomość bieżącej literatury naukowej, publikowanej przez różne światowe ośrodki badawcze jest teraz niezbędna do planowania własnych prac badawczych. Ten warunek został spełniony przez Autorkę monografii – w bibliografii umieszczono 288 pozycji literaturowych, w większości z ostatnich kilku lat.

Procesy otrzymywania modyfikowanych membran, jak i całość prac związanych z badaniem ich właściwości, wymagają nie tylko dobrego przygotowania teoretycznego, ale też dużych umiejętności praktycznych, koniecznych do pracy laboratoryjnej, związanej z obserwacją procesów przebiegających w mikro- i nano- świecie. W pracy zarówno podczas otrzymywania membran, o zaplanowanych właściwościach, jak i podczas badania właściwości membran, wykorzystano nowoczesne metody i nowoczesną aparaturę. W monografii nie ma osobnego rozdziału, w którym byłyby informacje o stosowanych materiałach i metodach – te informacje znajdują się w poszczególnych częściach pracy, zgodnie z tematem, jaki jest omawiany w danej części i jest to uzasadnione, gdyż w pracy wykorzystano bardzo dużo różnorodnych urządzeń laboratoryjnych i badawczych. W rozdziale 5.5 „Charakterystyka roztworów poddawanych oczyszczaniu” w tabeli 5.4. przedstawiono charakterystykę fizykochemiczną odpływu pobieranego do badań z Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Gliwicach (nadawa 1), w tabeli 5.5. właściwości fizykochemiczne mikrozanieczyszczeń organicznych domieszkowanych do ścieków pobranych z odpływu z Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Gliwicach (nadawa 2), natomiast brak jest informacji o właściwościach wody wodociągowej, stanowiącej bazę nadawy 3. Ponadto podawane wartości różnych wielkości zapisywane są z różną dokładnością (różna liczba miejsc po przecinku) i nie wiadomo, czy taki zapis odnosi się do dokładności, z jaką wyznaczono daną wielkość, czy też jest to skutek przeoczenia.

Warto dodać, że problemem jest nie tylko opracowanie nowego typu membrany, usuwającej niepożądane substancje z wody, ale także znalezienie takiego sposobu otrzymywania, a później eksploatacji membran, który byłby opłacalny dla użytkownika.

Dlatego **praca Pani dr inż. Gabrieli Kamińskiej jest wstępem do dalszych badań i jest pracą rozwojową. Wskazuje dalsze kierunki badań.**

**Cel pracy został osiągnięty, a postawione tezy pracy udowodnione.**



**Monografia „Modyfikacja membran ultrafiltracyjnych nanocząsteczkami i ich zastosowanie”, autorstwa Pani dr inż. Gabrieli Kamińskiej, jest wartościową pozycją naukową i stanowi rzeczywisty wkład w rozwój inżynierii środowiska. Autorka przedstawiła szczegółowo wyniki własnych badań nad zagadnieniami ważnymi dla inżynierii środowiska, ale także dla gospodarki narodowej. Trudno nie zgodzić się z faktem, że procesy oczyszczania wody i ścieków, niezależnie od ich jakości i pochodzenia, to jedno z najważniejszych wyzwań stojących przed współczesnym światem. Udoskonalenie metod oczyszczania wody z wykorzystaniem membran ultrafiltracyjnych, w tym membran ultrafiltracyjnych modyfikowanych nanocząsteczkami, to szansa na otrzymanie wody dobrej jakości, pozbawionej mikrozanieczyszczeń, także biologicznych.**

**Pani dr inż. Gabriela Kamińska zbadala procesy ważne dla inżynierii środowiska, wykazała dobrą znajomość omawianych zagadnień, zastosowała odpowiednie, nowoczesne metody badawcze, umiejętnie i twórczo zaproponowała wprowadzenie nowych materiałów do inżynierii środowiska. Przeprowadzone badania są oryginalne, wnoszą nowe elementy nauki do inżynierii środowiska.**

**Przedstawiona do oceny monografia stanowi istotny wkład w rozwój inżynierii środowiska.**

**Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej w szczególności zagranicznej oraz z zespołami badawczymi**

Przed uzyskaniem stopnia doktora Pani dr inż. Gabriela Kamińska opublikowała 5 artykułów naukowych w czasopismach z IF, 8 artykułów naukowych w czasopismach bez IF, 9 rozdziałów w monografiach naukowych, brała czynny udział w 5 krajowych i 3 międzynarodowych konferencjach naukowych, uzyskała finansowanie 3 grantów w drodze konkursu, brała udział w 2 projektach badawczych finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki, raz jako kierownik projektu badawczego, w projekcie badawczym przyznanym w konkursie Preludium 1 przez Narodowe Centrum Nauki. UMO-2011/01/N/ST8/02413., raz jako wykonawca. Ponadto brała udział w pracach badawczych krajowych, finansowanych ze środków statutowych jednostki MEiN. Odbyła dwa staże naukowe: sześciomiesięczny, krajowy, w Akademii Techniczno–Humanistycznej w Bielsku Białej i trzymiesięczny, zagraniczny, na Wydziale Fizyki Stosowanej Uniwersytetu w Valladolid (Hiszpania) w związku z udziałem w programie LLP Erasmus dla doktorantów.

Po uzyskaniu stopnia doktora Pani dr inż. Gabriela Kamińska opublikowała 1 monografię naukową, 20 artykułów naukowych w czasopismach z IF, 12 artykułów naukowych w czasopismach bez IF, 12 rozdziałów w monografiach naukowych, brała czynny udział w 12 krajowych i 13 międzynarodowych konferencjach naukowych, uzyskała finansowanie 5 grantów w drodze konkursu, brała udział jako wykonawca w 2 projektach badawczych finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki. Ponadto brała udział w pracach badawczych krajowych, finansowanych ze środków statutowych jednostki MEiN. Odbyła dwa staże

naukowe: dwutygodniowy na Wydziale Fizyki Stosowanej Uniwersytetu w Valladolid (Hiszpania), sześciomiesięczny w Szwajcarskim Federalnym Instytucie Technologii Wodnych (Eawag) finansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach konkursu Etiuda. Przygotowała recenzje 16 artykułów naukowych, w tym 13 w czasopismach z IF i 3 w czasopismach bez IF. Współpracuje z dr Nourą Fathy Abdel Salam z Uniwersytetu Kairskiego w zakresie wytwarzania adsorbentów na bazie minerałów ilastych i nanocząstek do usuwania zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych ze środowiska wodnego.

Całkowita liczba punktów Impact Factor dla publikacji naukowych, opublikowanych przez Panią dr inż. Kamińską wynosi 43,69; suma cytowań według bazy Web of Science, w dniu 22.04.2022r. jest równa 172, a bez autocytowań 121. Indeks Hirscha, według bazy Web of Science jest równy 8, a według bazy Scopus 9. Sumaryczna liczba punktów MEiN jest równa 1524. Indeksy bibliometryczne wskazują na dużą aktywność naukową Pani dr inż. Gabrieli Kamińskiej.

Po analizie przedstawionych materiałów dotyczących aktywności naukowej Habilitantki można stwierdzić, że **Pani dr inż. Gabriela Kamińska wykazała się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni i instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej oraz istotną aktywnością we współpracy z zespołami badawczymi.**

### **Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.**

#### **Osiągnięcia dydaktyczne**

Pani dr inż. Gabriela Kamińska prowadziła zajęcia dydaktyczne, w języku polskim i angielskim dla studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych I i II stopnia z takich przedmiotów jak: chemia, procesy membranowe w energetyce, ochrona środowiska, informatyczne podstawy projektowania i technologia informacyjna.

W latach 2020-2022 przygotowywała i realizowała kształcenie studentów w 5 projektach typu Project Based Learning: Projekt te realizowane były w ramach programu Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza lub w ramach projektu Politechnika Śląska jako Centrum Nowoczesnego Kształcenia opartego o badania i innowacje POWR-03.05.00-00-Z098/17-00.

Od roku 2018 jest promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim mgr. inż. Michała Adamczaka. Tytuł rozprawy doktorskiej: „Ultrafiltracyjne membrany polimerowe modyfikowane nanomateriałami w usuwaniu ze strumieni wodnych wybranych mikrozanieczyszczeń organicznych”. Planowany termin obrony doktoranta: grudzień 2022.

W grudniu 2020 była trenerem i wykładowcą podczas Międzynarodowej Szkoły „Odzysk surowców sektorze wodnym i ściekowym” dla doktorantów, realizowanej w ramach projektu TransDOCSUM Transfer of EIT Raw Materials PhD Summer School - Entrepreneurship in the CE, Project nr 19091. Przygotowywała materiały szkoleniowe, a także prowadziła wykłady i sesje.

Była opiekunem pracowni dyplomowej prac magisterskich i inżynierskich.

Opublikowała we współautorstwie ze studentami 5 rozdziałów w monografiach naukowych i jeden artykuł naukowy. Była recenzentem 3 prac dyplomowych.

**Działalność dydaktyczna Pana dr inż. Gabrieli Kamińskiej wskazuje na duże zaangażowanie w pracę dydaktyczną, umiejętność prowadzenia różnorodnych zajęć dydaktycznych na wysokim poziomie i umiejętność popularyzacji nauki.**

### **Osiągnięcia organizacyjne i popularyzujące naukę**

Pani dr inż. Gabriela Kamińska jest od roku 2020 jest koordynatorem w Podobszarze II – Gospodarka Wodno-ściekowa i Biotechnologia Środowiskowa Priorytetowego Obszaru Badawczego Politechniki Śląskiej nr. 6 - Ochrona Klimatu i Środowiska, Nowoczesna Energetyka, od roku 2017 jest opiekunką pracowni Separacji Membranowej w Katedrze Inżynierii Wody i Ścieków Politechniki Śląskiej, od roku 2020 jest opiekunką pracowni Fermentacji w Katedrze Inżynierii Wody i Ścieków Politechniki Śląskiej.

Od 2019 roku Pani dr inż. Gabriela Kamińska jest protokolantką podczas obron prac doktorskich w Katedrze Inżynierii Wody i Ścieków Politechniki Śląskiej, a w roku akademickim 2016/2017 była członkiem komisji planu zajęć i komisji dydaktycznych pracujących nad modyfikacją planu studiów dla kierunku Biotechnologia. Uczestniczyła w pracach Komisji Rekrutacyjnej na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki w roku 2011 i 2012.

Przeprowadziła zajęcia pokazowe dla uczniów Śląskich Technicznych Zakładów Naukowych w Katowicach. Gliwice, Centrum Nowych Technologii Politechniki Śląskiej, 04.04.2022, brała udział w Industriadzie 2019, Gliwice, 08.06.2019, dokonała prezentacji Instytutu Inżynierii Wody i Ścieków podczas spotkania Sino-Polish University Consortium z Beijing University of Technology, 15.10.2018, brała udział w promocji Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej na Targach Edukacyjnych w Zespole Szkół Technicznych w Rybniku, Rybnik, 02.04.2019, uczestniczyła w akcji promującej studia na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki w roku 2016 (Anomalia).

**Informacja o uczestnictwie w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.**

Pani dr inż. Gabriela Kamińska była członkiem komisji rekrutacyjnej rozpatrującej podania aplikantów do udziału w międzynarodowej szkole dla doktorantów w ramach projektu TransDOCSUM Transfer of EIT Raw Materials PhD Summer School - Entrepreneurship in the CE, Project nr 19091. (listopad 2020).

### **Informacja o współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym**

Przed doktoratem Pani dr inż. Gabriela Kamińska współpracowała z Przedsiębiorstwem Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Gliwicach, w zakresie określenia możliwości odzysku wody ze ścieków oczyszczonych (2012-2015). Po doktoracie odbyła staż konsultacyjny w firmie Aquaphor Poland Sp. z o.o. związany z optymalizacją procesów uzdatniania wody i konsultacją wyników analiz fizykochemicznych (01.02.2022 – 30.04.2022), współpracowała z Przedsiębiorstwem Projektowo-produkcyjnym IdeaPro Sp. z o. o. w zakresie wspólnych

badań nad otrzymywaniem adsorbentu na bazie osadów ściekowych i minerałów ilastych. Nr. Umowy 505/RIE4/RR4/2020, współpracowała z Przedsiębiorstwem Techniczno-Handlowym Intermark Józef Sołtys w zakresie wspólnych badań nad otrzymywaniem adsorbentu na bazie osadów ściekowych i minerałów ilastych. Nr. Umowy 484/RIE4/RR4/2020.

**Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.**

Od 2020 roku Pani dr inż. Gabriela Kamińska jest koordynatorem w Podobszarze II – Gospodarka Wodno-ściekowa i Biotechnologia Środowiskowa Priorytetowego Obszaru Badawczego Politechniki Śląskiej nr. 6 – Ochrona Klimatu i Środowiska, Nowoczesna Energetyka. Od 2019 roku jest honorowym członkiem Studenckiego Koła Naukowego Techniki Membranowe.

**Wniosek końcowy**

Po analizie otrzymanych materiałów, a w szczególności monografii, zgłoszonej jako osiągnięcie naukowe, spisu publikacji, autoreferatu i innych materiałów zgromadzonych w procesie habilitacyjnym Pani dr inż. Gabrieli Kamińskiej stwierdzam, że osiągnięcie naukowe, wymagane w art.16 ust.2 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (wraz z późniejszymi zmianami) wnosi istotny wkład do dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, a aktywność zawodowa (dorobek naukowy i zawodowy) spełnia wymagania ustawowe i zwyczajowe stawiane habilitantom z tej dyscypliny. **Popieram wniosek o nadanie Pani dr inż. Gabrieli Kamińskiej stopnia doktora habilitowanego. Zgodnie z Ustawą 2.0 z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1668) i Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, z dnia 20 września 2018 r., w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych, stwierdzam, że Pani dr inż. Gabriela Kamińska spełnia wymagania dla uzyskania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk Inżynieryjno – Technicznych, w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.**

*Barbara Dąbrowska*